

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年6月14日 (14.06.2001)

PCT

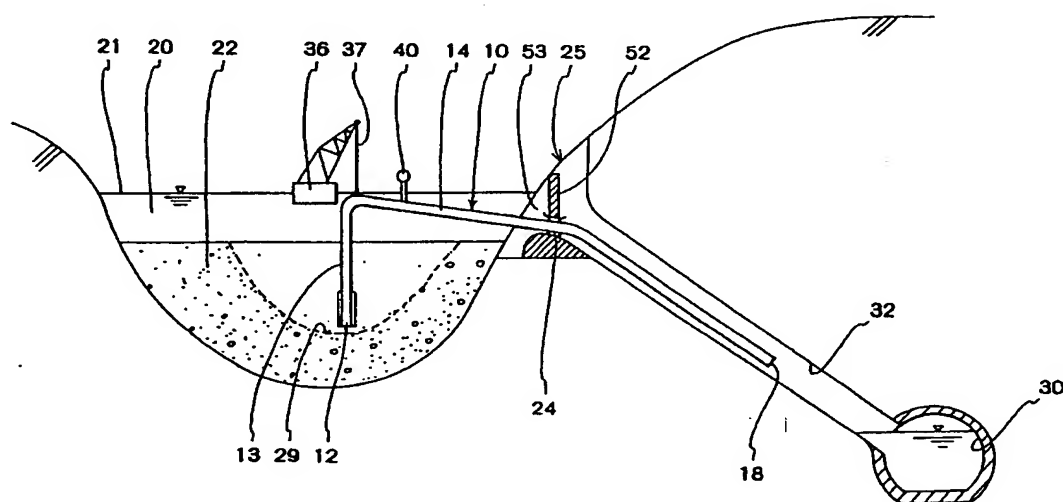
(10) 国際公開番号
WO 01/42568 A1

- (51) 国際特許分類⁷: E02B 7/20 (YOSHIKAWA KENSETSU KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒395-8666 長野県飯田市松尾町2丁目25番地 Nagano (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/06860
- (22) 国際出願日: 2000年10月2日 (02.10.2000) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 土屋良明 (TSUCHIYA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒380-8553 長野県長野市若里4丁目17番地1号 信州大学工学部内 Nagano (JP). 渋谷邦州 (SHIBUYA, Yorikuni) [JP/JP]; 〒395-8666 長野県飯田市松尾町2丁目25番地 吉川建設株式会社内 Nagano (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/350476 1999年12月9日 (09.12.1999) JP (74) 代理人: 綿貫隆夫 (WATANUKI, Takao); 〒380-0935 長野県長野市中御所3丁目12番9号 クリエイセンタービル Nagano (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信州大学長が代表する日本国 (JAPAN as represented by DIRECTOR GENERAL OF AGENCY OF SHINSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒390-8621 長野県松本市旭3丁目1番1号 Nagano (JP). 吉川建設株式会社 (81) 指定国 (国内): BR, CN, ID, IN, KR, RU, TR, UA, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (CH, DE, ES, FR).

[続葉有]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR DISCHARGING DEPOSIT

(54) 発明の名称: 堆積物排出システム及び堆積物排出方法



(57) Abstract: A deposit discharge system, comprising a discharge tube (10) having a suction port (12) opened so as to face a water bottom face (29), a straight tube part (13) extending upward from the suction port (12), and a discharge port (18) communicating with the straight tube part (13) and opened on the downstream side of a water storing place for draining the deposit (22) together with water stream, a crane device (36) capable of suspending a whole main tube part (14) of the discharge tube (10) positioned in the water storing place in the state of being submerged and having a vertical moving mechanism (39) vertically moving the suction port (12), and an air valve (40) provided in the discharge tube (10) for controlling the introduction and exhaust of air from the discharge tube (10) by opening and closing operation, wherein the discharge tube (10) is installed so as to pass, when the deposit (22) is discharged, through a dam banking (25) in the water storing place routing a position lower than a water level (21) of the water storing place.

[続葉有]



WO 01/42568 A1



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

堆積物排出システムを構成する排出管（10）は、水底面（29）に対向して開口された吸込口（12）と、吸込口（12）から上方へ延びる直管部（13）と、直管部（13）と連通すると共に、貯水場所の下流側に開口された排出口（18）とを有し、水流と共に堆積物（22）を排出させる。クレーン装置（36）は、排出管（10）の貯水場所内に位置する本管部（14）全体を、永没させた状態で吊持可能であると共に、吸込口（12）を上下動させる上下動機構（39）を備える。空気弁（40）は、排出管（10）に設けられ、開閉動作により排出管（10）への空気の導入、排出を制御する。排出管（10）は、堆積物（22）を排出する際に貯水場所の水位（21）より低い位置を通る貯水場所の堰堤（25）を貫通するように設けられている。

明細書

堆積物排出システム及び堆積物排出方法

技術分野

本発明はダム湖等の貯水場所における堆積物排出システム及び堆積物排出方法に関する。

背景技術

ダム等の貯水場所は、その貯水量が低下すると、本来の諸機能が損なわれてしまう。このため、従来は水底の土砂等の堆積物を浚渫して水位を維持してきた。浚渫された堆積物の内、石材はコンクリートの骨材、他は埋め立て等に利用されていた。

しかし、浚渫を行うと、土砂等が河川に流下しない。そのため、自然のバランスが失われ、新たな環境問題が発生している。例えば、山で発生した有機質成分がダムによって海まで流下しなくなることで、プランクトン発生のための養分が海に供給されなくなり、魚介類が減少してしまう。また、土砂が流下しないことで河床の洗掘、砂浜の後退等の問題が発生している。

巨大なダムでは、水の流れがほとんどなく、流入した水が長い時間留まることになる。このため、小規模なダムと比較して土砂が沈降して堆積しやすい。ウォッシュ・ロードと呼ばれる細粒土についても、ほとんどが堆積してしまう。過去40年間で約1000万 m^3 の細粒土が堆積した実例がある。このような大量の土砂を取り除くことは、従来の浚渫船では非常に困難であり、ダムの有効貯水量を維持することも困難であった。

そこで、図5に示すように、上記のような巨大なダム60にあっては、ダム湖の湖底の堆積物22を排出するシステムが提案された。例えば、洪水流及び固液二相流を、ダムの上流部と下流河川64とを直通させるバイパストンネル30によって流すシステムである。貯水場所20とバイパストンネル30とを連通させる補助トンネル32を、ダム湖の沿岸23に複

数設ける。従って、貯水場所 20 の複数の位置から堆砂を排出できるシステムである。

この場合、前記補助トンネル 32 には、堆積物 22 を安全に流すようにダム湖の堰堤に開口する土砂排出口 62 が設けられている。また、土砂排出口 62 を開閉するように水門扉を確実に作動する機構を備える土砂排出用の水門が必要になる。土砂排出口 62 を確実に閉塞しないと、補助トンネル 32 より上流の水を全部流し切るのを防止するためである。

しかしながら、堆積物の混じった大量の水が流れている時に、その水門を確実に開閉することは困難である。また、たとえ開閉できても、その開閉機構は非常に大規模なものになってしまう。すなわち、水門を開閉することによって、所定の深さに堆積した土砂を排出させるには、少なくとも堆積物の深さと同一レベルの高さを備える水門を形成しなければならない。その水圧に対応できる構造物は非常に巨大なものにならざるを得ない。

また、堆積物 22 は、その水底の一部のみではなく、なるべく均一に広範囲に亘って排除することが、貯水量を維持するために必要である。

しかしながら、土砂排出用の水門から補助トンネル 32 を介してバイパストンネル 30 へ土砂を流す場合は、その水門付近の土砂を好適に排出することは可能であっても、他の大部分の土砂については効果的に排出することが困難であった。従って、広範囲に堆積している堆積物 22 を一掃することができなかった。

このような課題を解消するため、図 6 に示すような、サイフォン効果を利用した堆積物排出システムが、提案された。

排出管 70 は、貯水場所 20 の水底 29 に対向して開口した吸込口 71 と、下流の水路 80 側に開口した排出口 78 を備える管路を形成する。この排出管 70 は、吸込口側の管部 73 が作業船 82 に支持され、中途部 76 は堰堤 25 を乗り越えるために作業水位 21 よりも上方を通るように屈曲されている。

強力な水中ポンプ 84 によって排出管 70 内に水を満たすことによって、サイフォン効果を発生させることができる。また、サイフォン効果を停止させるには、排出管 70 の屈曲した中途部 76 の最上部に設けられた空気

弁 77 を開き、排出管 70 内に中断用の空気を入れればよい。

そして、排出管 70 の先端部である吸込口 71 近傍は、管路が略垂直に配された直管部 72 になっている。この直管部 72 は、水面 21 から湖底 29 までの距離が調整できるように伸縮自在に形成されている。例えば、内管に対して外管が上下に伸縮可能に装着されている。

排出管 70 には屈折可能部 74 が形成されている。排出管 70 の吸込口 71 は屈折可能部 74 を中心に水平方向へ旋回移動できる。吸込口 71 を旋回移動させるには、吸込口 71 側の部分を支持する作業船を移動させる。作業船の移動により、吸込口 71 を円弧状に移動させることができる。フロート 75 は、排出管 70 を水面上に浮かべておくために設けられている。

技術的課題

しかしながら、上記従来の堆積物排出システムでは、堰堤 25 を乗り越えるようにして排出管 70 が形成されている。従って、サイフォン効果による排出には自ずと限界が生じる。固液混相流において流速が一定の速度以下になると、固体の分離沈降が生じる。例えば、固体の容積比率が 1 % という条件では 2.5 m/s 程度である。この流速では、堆積物により管路の閉塞が生じ実用的ではない。この問題を解消するため、従来は大きな吐出力を有する装置、例えば水中ポンプ 84 で、ジェット流を付加している。すなわち、高い出力圧機能を備える装置によって、排出管 70 内の管水路を維持することを要する。なお、管水路とは、水流が管路の断面全面を満たして流れ、自由水面を持たないことを意味する。

従来の堆積物排出システムでは、水中ポンプ 84 等の高い出力圧機能を備える装置を要する。従って、管路の構成が複雑になり、サイフォン効果を主体とする機構でなくなる。これにより、堆積物排出システムのイニシャルコスト、及びランニングコストが共に高くなるという課題があった。

また、排出管 70 が堰堤を乗り越えるため、その中途部で排出管 70 が上方へ屈曲させなければならない。排出管 70 は少なくとも 3 か所で大きく屈曲する形状となっており、管内抵抗が大きくなる。屈曲する部分で、排出管 70 内を通過すべき堆積物が分離堆積してその管路を塞いでしまう。

また、管内抵抗の分だけ、排出管 70 の全長を長くすることができないという課題があった。

発明の開示

本発明の目的は、簡単な構成及び操作で効率的に堆積物を排出可能な堆積物排出システムを提供することである。

本発明の目的は、管内閉塞を防止して効率的に堆積物を排出可能な堆積物排出システムを提供することである。

さらに、本発明の目的は、上記堆積物排出システムを用いて効率的に堆積物を排出可能な堆積物排出方法を提供することである。

上記目的を達成するため、本発明は次の構成を備える。

すなわち、堆積物排出システムは、堆積物が堆積した貯水場所の水底面に対向して開口された吸込口と、該吸込口から上方へ延びる直管部と、該直管部と連通すると共に、前記貯水場所の下流側に開口された排出口とを有し、前記貯水場所から前記下流側へ水流と共に前記堆積物を排出させる排出管を設け、前記排出管の前記貯水場所内に位置する本管部全体を、水没させた状態で吊持可能であると共に、前記吸込口を上下動させる上下動機構を備えるクレーン装置を設け、前記排出管に、開閉動作により該排出管への空気の導入、排出を制御する空気弁を設け、前記排出管は、前記堆積物を排出する際に前記貯水場所の水位より低い位置を通るよう前記貯水場所の堰堤を貫通するように設けられていることを特徴とする。

本発明に係る堆積物排出システムによれば、昇降装置のクレーン機能により、排出管の本管部の全体を、作業水位よりも下方へ水没させた状態で吊持できる。このため、排出管の管路内を水流が満たした流れの良好な状態である管水路とすることができる。すなわち、昇降装置の上下動機能により、排出管の管路内を水流が好適に流すことができる。

上記堆積物排出システムにおいて、前記上下動機構に、前記吸込口の上下動サイクルの調節を行うサイクル調整手段を設けてもよい。この場合、脈動流及びプラグ流の発生と、固液二相流における固体成分の体積濃度の調整が容易にできるので、簡単な構成及び操作で、管内閉塞を防止できる。

また、効率的に固液二相流を排出できる

上記堆積物排出システムにおいて、前記吸込口の近傍に、一端部が軸着され、他端部が上下に回動可能なアーム部材と、該アーム部材の中途部に軸着され、上下方向の姿勢が維持されると共に、該アーム部材に対して回動可能な支点部材と、前記アーム部材の前記他端部に軸着され、水中で上下方向の姿勢が維持されると共に、前記上下動機構へ連結され、該アーム部材に対して回動させることにより、先端が前記堆積物を擾乱可能なチゼルを設けてもよい。この構成により効率的に固液二相流を排出できる。

上記堆積物排出システムにおいて、前記排出管の前記本管部は中途部で水平面内で屈折可能に設けてもよい。この構成では、貯水場所の広範囲に亘って堆積物を排出できる。

上記堆積物排出システムにおいて、前記排出管は、前記堰堤に開口された堰堤孔部に挿通されると共に、該堰堤孔部内を長手方向に移動可能であり、前記堰堤孔部の近傍には前記排出管の移動を滑らかに受ける受け部材を設けてもよい。この構成では、堆積物の吐出効率を低減することなく、広範囲に亘って堆積物を排出できる。

上記堆積物排出システムにおいて、前記堰堤孔部と前記排出管との間は、空気が注入されることによって圧接されるエアバック状のシール部材によって水密にシールするようにしてもよい。この場合、排出管が進退できると共に、水密を容易且つ確実にできる。

また、本発明に係る堆積物排出方法は、上記堆積物排出システムを設け、前記昇降装置によって、前記吸込口を所定サイクルで上下動させて、脈動する吸込流である脈動流を発生させ、前記吸引口を前記底面に対して前記所定サイクルで接離させて、粒状物等の個体が高い濃度で混合された流れと低い濃度で混合された流れとを、交互に発生させるプラグ流を得ることを特徴とする。

この堆積物排出方法によれば、堆積物の吸込力をより向上させ、非常に効率良く土砂を排出できる。

上記堆積物排出方法において、前記吸込口の下降運動は、自由落下でもよい。吸込口を上下運動させると、該上下動による脈動流とプラグ流の効

果に加えて、地面効果を利用できる。この実験結果を図 11 に示す。すなわち、4.8 倍の排出効率を得ることができた。

本発明に係る他の堆積物排出方法は、上記堆積物排出システムを設け、前記クレーン装置によって、前記本管部と前記直管部との連結部分が、前記排出管の前記堰堤孔部挿通部分よりも高くなるように吊持し、土砂が排出管内に堆積しないように本管部を傾斜させることを特徴とする。この方法では、排出管を動水勾配よりも下方の位置に好適に配置でき、配管が閉塞されることなく、効率的に土砂を排出できる。さらに、本発明に係る他の堆積物排出方法は、上記堆積物排出システムを設け、前記クレーン装置によって、前記本管部と前記直管部との連結部分を前記水位よりも下方へ水没させた状態に吊持し、前記空気弁を開閉することで、前記排出管から空気を抜いてサイフォン効果を得ることを特徴とする。

この場合、簡単な構成と操作で、管水路の効果やサイフォンの効果を容易に利用することができ、好適に土砂を排出できる。

本発明に堆積物排出方法によれば、排出管の本管部を好適に傾斜させることが可能であり、水頭差のエネルギーを好適に利用できる。また、直管部を上下動することで、脈動流及びプラグ流を積極的に発生させて直管部内乱流の求心効果を強め、固体を管壁内面に接触させることなく、堆積物を固液二相流として効率良く排出ができるという著効を奏する。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係る堆積物排出システムの一実施例を説明する断面図であり、図 2 は、図 1 のシステムを他の場所に適用した状態を説明する断面図であり、図 3 は、図 1 のシステムの排出管の堰堤孔部における固定状態を説明する断面図であり、図 4 は、他の実施例に係る堆積物排出システムを説明する断面図であり、図 5 は、巨大なダムにおけるバイパストンネルの構造を示す斜視図であり、図 6 A および図 6 B は、堰堤の他の例を示す断面図であり、図 7 A および図 7 B は、堰堤の他の例を示す断面図であり、図 8 は、吸込口の一例を示す側断面図であり、図 9 A ～図 9 D は、図 8 の吸込口の作動状態を説明する側断面図であり、図 10 は、実験装置の

概要を説明する説明図であり、図 1 1 は、実験結果の概要を説明する説明図であり、図 1 2 は、従来の堆積物排出システムを説明する断面図である。

実施形態

以下、本発明の好適な実施形態について添付図面と共に詳述する。図 1 は本発明に係るダム湖等の堆積物排出システムの一実施例を説明する断面図である。該システムを巨大なダムに適用した状態を示している。

排出管 1 0 は、吸込口 1 2 と、直管部 1 3 と、本管部 1 4 と、吐出口 1 8 から成る。吸込口 1 2 は、土砂等の堆積物 2 2 が堆積したダム湖である貯水場所 2 0 の水底 2 9 に対向して開口されている。直管部 1 3 は、吸込口 1 2 から鉛直方向へ延びている。吐出口 1 8 は、貯水場所 2 0 の下流側にある下流水路であるバイパストンネル 3 0 と連絡している。本管部 1 4 は、直管部 1 3 と吐出口 1 8 とを連絡している。この排出管 1 0 によれば、水頭落差に加え管路とサイフォン効果によって堆積物 2 2 を水流と共に、貯水場所 2 0 からバイパストンネル 3 0 へ排出することができる。

バイパストンネル 3 0 は、図 5 に示したように巨大なダムにおいて堆積物を排出するための排水路である。

排出管 1 0 の固定部は、補助トンネル 3 2 に形成されている堰堤孔部 2 4 に設けられている。そして、排出管 1 0 の吐出口 1 8 は、十分な水頭落差を得るように補助トンネル 3 2 の下部に設けられている。

バイパストンネル 3 0 の全長の間には、1 以上の補助トンネル 3 2 を適宜に配置している。これにより、貯水場所 2 0 の湖底にある堆積物 2 2 を効率よく吐出できる。

吐出口 1 8 は、所定大きさ以下の小石を含む固体成分の平均体積濃度で 8 % の混合水流（以下、「固液二相流」という）を流下させる場合は、上流側である貯水場所 2 0 の水位 2 1 との落差が 5 m 以上保持できるようにするのがよい。

固液二相流を流す場合、固体と排出管 1 0 の内壁が実質的に接触せず、流路抵抗を上昇させない乱流状態速度は、 3.8 m/s 以上となる。従って、水頭落差は、5 m 以上となるよう排出管 1 0 を配管し、損失水頭を差

し引いても、 3.8 m/s 以上の流速が得られる状態を保持することが望ましい。なお、平均体積濃度、排出管10の管路長、曲管部分での損失水頭等を考慮して全水頭を設計すればよい。

管水路やサイフオンの効果が好適に得られるように、例えば、吐出口18の近傍部を水没状態にしたり、下側に凸な曲管状態にして、吐出口18より空気の逆流が生じない構造とする。図2には、下流側に潜り堰34を設け、吐出口18を確実に水没状態にした例を示す。また、潜り堰34によって貯留された水は、ウォータークッション部35として好適に作用すると同時に、吐出口18に付けた弁18aと協調して管内の脈動流を効果的に継続させる。空気が吐出口18より逆流すると、管路内上部方向に空気が徐々に入り込んで、管路内の固液二相流を含む水流が満水でない開水路状の流れとなる。その結果、管路内での水深が浅くなるため、固体と管壁内面との接触による管摩耗が大きくなり、流れの継続が困難になる。従って、管路内が水流で充満した状態にして流れを継続させるためには、上述したように、吐出口18を水没状態にするなどの構造とするとよい。

なお、吐出口18の近傍部を上記のように下側に凸な曲管状態にする部分以外の管路は、内部に土砂等の固体が堆積しないように、下側に凸にならないように形成すればよい。このことは、管路の曲部が上に凸になっている限りは、土砂等の固体が、水流と共に重力によって下流方向へ移動できるため、管路内に堆積することなく好適に排出される。

排出管10を通して堆積物22の排出作業を行う際に、貯水場所20の作業水位21よりも低い位置を、排出管10が通るように、堰堤孔部24は堰堤25に設けられている。

このように堰堤孔部24を設けることで、少なくとも前記堆積物22を排出する際に、排出管10を作業水位21よりも低い位置を通るように設けることができる。これにより、排出管10を動水勾配よりも下方を通すことで、水頭差のエネルギーを好適に利用できる。また、排出管10の管路内を、水流が満たした良好な状態である管水路にすることが容易に可能となる。

なお、堰堤孔部 2 4 での排出管 1 0 の水密構造については図 3 と共に後述する。

クレーン装置の一例であるクレーン台船 3 6 は、貯水場所 2 0 内の本管部 1 4 の全体を、作業水位 2 1 よりも下方へ水没させた状態に吊持できるクレーン機能を有する。

なお、このクレーン機能は、吸込口 1 2 側の本管部 1 4 の全体を、あくまで水没させることが可能であればよい。本管部 1 4 は、作業時にはサイフォン効果を停止する場合以外でも適宜引き上げてよい。また、システム停止時は本管部 1 4 の一部分、例えば上半分、水面 2 1 から浮いている状態になっていてもよい。つまり、吸込口 1 2 側の本管部 1 4 を、常に水没させておく必要はない。これは次の理由による。まず、吸込口側の本管部 1 4 がシステム使用時に完全に水没状態でなくとも、サイフォン効果が作用するため、排出効率は低下しても、濁流を排出することを維持することはできる。また、作業水位 2 1 と吐出口 1 8 との水位差が大きい場合には、本管路 1 4 を、適宜水面の上方を通過させて、排出流量を積極的に低下させることが必要となるためである。

本実施例では、クレーン機能を実現する昇降装置をクレーン 3 7 と上下動機構 3 9（図 1 0 参照）とで構成している。クレーン 3 7 は、クレーン台船 3 6 の船上に設けられ、本管部 1 4 の一部を、作業水位 2 1 よりも上方へ持ち上げることが可能になっている。本実施例では、本管部 1 4 の堰堤孔部 2 4 付近と、直管部 1 3 は通常水没されている。従って、通常の作業では本管部 1 4 の全体が作業水位 2 1 よりも上方に持ち上げられることはない。

排出の作業停止時には、クレーン 3 7 によって、本管部 1 4 の一部を作業水位 2 1 よりも上方へ吊り上げ、サイフォン状態にして空気を送り込み、そのサイフォン効果を中断させる。しかし、その際には、流体自身の自重によって、勢い良く固体が流出するので管路の閉塞が起こらない。

上下動機構 3 9 は、排出管 1 0 の管路内を水流が好適に流れるべく、直管部 1 3 を上下動させる上下動機能を有する。

すなわち、昇降装置は、クレーン 3 7 と、前記上下動機構 3 9 の機能を

有する。本実施例のようにクレーン 37 と上下動機構 39 とを独立して駆動してもよいし、両者 37, 39 の駆動装置を共用して一体的な機構に構成してもよい。

昇降装置としては、例えば、クレーン 37 の上下の駆動力を伝達する昇降動用動力伝達部材であるワイヤによって吊り下げられる部分である昇降部を設け、カム機構等によって上下の運動を発生させる上下動機構を該昇降部に装着して直管部 13 を上下動するようにすればよい。直管部 13 は、全体的に上下動させても良い。また、直管部 13 の吸込口 12 近傍に外側筒体を外嵌し、該外側筒体を直管部 13 に対して上下動させる構造としてもよい。このように、直管部 13 の一部を上下動させる場合は、昇降させるためのエネルギーを節約できる。

さらに、吸込口 12 を上下動させるために、直管部 13 の一部を蛇腹状に設けておき、その部分を伸縮させる方式も可能である。

なお、直管部 13 の例及びその上下動によって生じる効果等の詳細は後述する。

また、上下動機構 39 としては、クランク機構やリンク機構を利用できる。また、駆動装置としては電動モータやシリンダ装置を利用できることは勿論である。

また、本管部 14 を上下動可能に設けるには、本管部 14 のどこかに、屈折可能な部分を設ければよい。その屈折可能部は、短い区間でもよいし、フレキシブルチューブ等によって長い区間に設けられていてもよい。また、流体中の固体の慣性力を考慮すれば、本管部 14 を、前記屈折可能部においてクロソイド曲線状に保持して吊り下げればよい。例えば、図 2 に示すように、クロソイド曲線に形成されたガイド 37b を介して本管部 14 の前記屈折可能部を吊ればよい。このように、吸込口 12 の位置変化に対応すべく吊持された本管部 14 の水平移動が自由にできるよう、前記屈折可能部はフレキシブルチューブで形成すればよい。

また、排出管 10 が挿通されている堰堤孔部 24 で、本管部 14 全体が上下動可能に支持及び水密にシールされていればよい。

なお、排出管 10 が挿通される堰堤 25 自体の構造は、図 6 及び図 7 に

示したように、法で規定されている水門扉構造とすればよい。

図 6 A、図 6 B に示す実施例では、堰堤 6 5 が基礎部 6 5 a に対して上下にスライド可能に設けられている。図 6 A には排出管 1 0 から混濁流が排水状態となるように、排出管 1 0 が下降した状態を示す。また、図 6 B には、配水管 1 0 を上方へ持ち上げた状態を示し、この状態でサイフォン効果を停止させることも容易にできる。

また、図 7 A、図 7 B に示す実施例では、堰堤 6 5 が基礎部 6 6 a に対して上下方向に回転可能に設けられている。図 7 A には排出管 1 0 から混濁流が排水状態となるように、排出管 1 0 が下降した状態を示す。また、図 7 B には、堰堤 6 6 が起立して配水管 1 0 を上方へ持ち上げた状態を示し、この状態ではサイフォン効果を停止させることも容易にできる。

更に、本管部 1 4 は、その中途部で水平方向にも屈折可能に形成されているので、ダム湖の広範囲に亘って堆積物 2 2 を排出できる。

本実施例の堆積物排出システムによれば、クレーン台船 3 6 のクレーン 3 7 によって、排出管 1 0 の本管部 1 4 が排出管 1 0 の堰堤孔部 2 4 近傍よりも高く、かつ排出管 1 0 の最上部となるように吊持できる。これにより、土砂が排出管 1 0 内に堆積することなく重力によって流速を低下させないで堆積物を含む水流を流下させるよう、本管部 1 4 の管路を下り勾配に傾斜させることができる。特に一様な下り勾配とすることでスムーズに土砂流を流下できる。このため、排出管 10 の管路が閉塞されることなく、効率的に堆積物 2 2 を排出できる。

空気弁 4 0 は、吸込口側の管部 1 4 に開閉可能に設けられ、サイフォン効果の発生と中断を行う。従って、空気弁 4 0 は、本管部 1 4 内にかかる空気及び水蒸気が入出可能な位置に配設されている。

サイフォンの効果を発生させるには、クレーン台船 3 6 のクレーン 3 7 によって、排出管 1 0 の本管部 1 4 を、空気弁 4 0 を開いて作業水位 2 1 よりも下方へ水没させた状態に吊持し、管内から空気が出た時点で空気弁 4 0 を閉塞すればよい。これにより、排出管 1 0 から空気を容易に抜くことができ、サイフォン効果を容易に得ることができる。この場合、ポンプ等の特別な装置を要せず、クレーン 3 7 と空気弁 4 0 という簡単な構成と、

その簡単な操作で好適に堆積物を排出できる。従って、設備費と運転維持費の低減ができる。

次に図 3 に基づいて、堰堤孔部 2 4 における排出管 1 0 の水密シール構造について説明する。

排出管 1 0 が堰堤孔部 2 4 で長手方向に進退自在に移動できるように、排出管 1 0 の中途部が略直線状の管 1 7 に形成されている。堰堤孔部 2 4 近傍には、排出管 1 0 の移動を滑らかに受けるよう、ローラ状の受け部材 4 2 が複数が設けられている。すなわち、排出管 1 0 の底部とシール部材 5 0 との接触部には、堰堤 2 5 の躯体 4 4 に支持された複数のローラ状の受け部材 4 2 から成るローラ支承部 4 5 が配されている。このローラ支承部 4 5 により、排出管 1 0 の横移動がスムーズに行える。

本実施例では、堆積物の吐出効率を低減することなく、巨大なダム湖についても、より広範囲に亘って堆積物を排出できる。

なお、吐出口 1 8 が本管部 1 4 の移動に連動して管長方向及び上下に自由に移動できるように、補助トンネル 3 2 の内空間は十分に広く形成されている。

シール部材 5 0 は、例えばゴム材でエアバック状に形成される。このシール部材 5 0 が堰堤孔部 2 4 内壁面と排出管 1 0 外壁面との間に介在し、内部に空気が注入されて両壁面へ圧接される。これにより、堰堤孔部 2 4 と排出管 1 0 との両者の間が水密に、容易且つ確実にシールできる。また、排出管 1 0 を確実に支持・固定できる。シール部材 5 0 の内部の空気を抜けば、排出管 1 0 が長手方向へ移動できるようになる。柔軟性のあるシール部材 5 0 によって排出管 1 0 が固定されるため、固定状態でも僅かに移動できる。従って、排出管 1 0 は、堰堤孔部 2 4 で上下左右に移動できる。

水門を構成する堰堤孔部 2 4 は、水門板 5 2 と、堰堤 2 5 に開口して設けられた開口溝部 5 3 (図 1 参照) とによって構成されている。水門板 5 2 は上下動可能に配設されており、動力によって上下駆動され、堰堤孔部 2 4 を開閉できるようになっている。

水門板 5 2 である上部門扉を下降させ、挿通されている排出管 1 0 を挟むことで、その排出管 1 0 を堰堤孔部 2 4 に固定することができる。そし

て、水門板 5 2 を上昇させれば、排出管 1 0 が移動可能になる。

本実施例では吸込口 1 2 の位置が決まった時点で堰堤孔部 2 4 の上下に配したエアバック状のシール部材 5 0 を膨張させてプラグとして機能させる。これにより、排出管 1 0 の位置の固定と、水密シール性を好適に得ることができる。

ところで、水門の操作が水位調整等、管理面で問題がある場合は、ローラの支承部 4 5 は、満水水位以上の位置に配置してもよい。但し、その場合は、排出管 1 0 の管内の流れは堰堤 2 5 を乗り越えることになり、水面より上方を通る管路を有するサイフォンとなる。このため、その状態で流れを維持するには、管路の途中に水中ポンプを設けたり、吐出口 1 8 に水中放流部、或いは止水弁の機能を有する空気逆流阻止部が必要となる。なお、サイフォン効果を積極的に停止させるためには、排出管 1 0 の管路を、図 6 及び図 7 に示したように積極的に堰堤 2 5 の上方へ移動させればよい。

次に、本実施例にかかるダム湖の堆積物排出システムの動作を説明する。

まず、空気弁 4 0 は、注水弁と中断用空気吸込口とを兼用する弁である。排出管 1 0 が水没状態にある場合は、水位差によって管内を水が流れ、その管路内は容易に満流状態となる。

そして、水面より上方 4 m 以内でサイフォン効果により、濁流の排出を発生させるときは、吐出口 1 8 の弁を閉塞し、空気弁 4 0 より管内空気を排出すべく注水して、排出管 1 0 の管内を 9 0 % 以上注水した後 2 ～ 3 秒位の間に吐出口 1 8 の弁を全開すればよい。

排出管 1 0 の管路内が満流状態で、且つ動水勾配以下の配管状態で、流速が 3. 8 m / s 以上になった時点で、吸込口 1 2 を上下に振動させて堆積物 2 2 の表面に対して接離させる。

好ましくは、流速が 3. 8 m / s 以上に安定した状態で、吸込口 1 2 を水底に接離させ、固液二相流を発生させて、水底の堆積物 2 2 を下流に吐出させる。

また、吸込口 1 2 が下降中に、吸込口 1 2 下に発生する負圧部への環境渦度を伴う吸込みにより、エクマン層が形成される。これが半径方向流入を発生させ、渦心付近で強い上昇流となり、礫を吸い上げる。また、地面

効果が渦を強め、エクマン層に渦度をさらに追加供給する。これにより、渦を完全に地面へ引き付ける接近水流によって、活性化された堆積物 22 を取り込んで排出管 10 の管路内へ送る。このとき、堆積物 22 が水底面より分離して固液二相流状態となる。吸込口 12 から管路内に入る濁流の流速は 3.0 m/s 以上、好ましくは吸込口 12 での流速は、 3.8 m/s 以上を確保できるとよい。その条件で堆積物 22 が上昇する直管部 13 を鉛直に保持すると、吸込口 12 の直径の 70% 程度の大きさまでの固体を、吸い上げて排出することも可能である。

堆積物 22 を吸い込む時の直管部 13 の上下動によって直管部 13 内に吸引された水流が脈動流となり、固体濃度の濃い部分と薄い部分からなるプラグ流が発生する。

この脈動流によれば、その脈動によって振動が発生されるため、堆積物が排出管 10 内に堆積されることを防止できる。すなわち、振動エネルギーが潤滑剤のように作用して堆積物を滑らせて流すことができる。

また、プラグ流によれば、固体濃度の低い水流の部分で、洗い流し効果が生じ、堆積物が排出管 10 内に付着・堆積されることを防止できる。

このように脈動流及びプラグ流の効果によれば、堆積物が、好適に吸い出され、流れ去るので管内に堆積することを好適に防止できる。排出管 10 の閉塞を防止し、効率良く固液二相流を排出できる。

吸込口 12 が下降して水底面 29 に接するときには、両者の間隔が狭まり、流れが停止しようとする。そのため、吸込み流量の低下に反比例して吸込力及び流速が増大し、堆積物 22 を巻き上げる。一方、吸込口 12 を引き上げて水底面 29 から所定の間隔離れたときには、水位差によって生じるべき流量が回復し、一旦巻き上げられた堆積物 22 は、水の流れに伴って、排出管 10 内を排出方向へ吸引される。これによって、脈動流及びプラグ流が発生し、堆積物 22 を含む固液二相流が好適に排出される。

また、上下動機構 39 に、直管部 13 の上下動サイクルの調節を行うサイクル調整手段 39c を設けることで、脈動流及びプラグ流の発生と、固液二相流における固体成分の体積濃度の調整が容易にできる。簡単な構成及び操作で、管内閉塞を防止でき、且つ効率的に固液二相流を排出できる。

サイクル調整手段 3 9 c は、例えばカムとモータで構成することができる。

図 8 において、直管部 1 3 の先端部である吸込口 1 2 の近傍に、先端側が上下に回動可能にアーム部材 5 4 が軸着されている。アーム部材 5 4 の中途部に、水中で上下方向の姿勢を維持してアーム部材 5 4 に対して回動するよう支点部材 5 5 が設けられている。水中で上下方向の姿勢を維持してアーム部材 5 4 に対して回動するように設けられ、先端がダム湖等の水底面の堆積物を擾乱状態に活性化するチゼル 5 6 がアーム部材 5 4 の端部に設けられている。チゼル 5 6 に昇降装置のワイヤ等の昇降動用動力伝達部材 3 7 a が連結されている。この構成により、効率的に固液二相流を排出できる。

次に図 9 A ～ 図 9 D に基づいてチゼル 5 6 の動作について説明する。

先ず、図 9 A に示すように、ワイヤ 3 7 a によってチゼル 5 6 が上死点まで引き上げられており、吸込口 1 2 は a 点の高さ位置に停止している。

次に、図 9 B に示すように、直管部 1 3 の降下に伴ってチゼル 5 6 が降下し、吸込口 1 2 は矢印 b に示すように自由落下する。

次に、図 9 C に示すように、直管部 1 3 の吸込口 1 2 が水底面である湖底 2 9 に接触すると、地面効果によって、濃度の濃い固液二相流が引き上げられる。その際、吸込口 1 2 は水底面 2 9 の高さ位置 c にある。

次に、図 9 D に示すように、チゼル 5 6 が支点部材 5 5 を中心に回動して水底面 2 9 を打ち、水底面 2 9 を掘り起こすと共に周辺の水をかき混ぜるように作用し、水底面上が混濁する。すなわち、水底面上が擾乱状態になる。このとき、チゼル 5 6 はてこの原理による反動で、吸込口 1 2 が矢印 d のようにはね上げられる。この動作による衝撃で好適に脈動流を発生できる。

そして、次に、チゼル 5 6 を引き上げると、図 9 C に示す状態に戻り、てこの原理で直管部 1 3 の吸込口 1 2 が水底面 2 9 を打ち（矢印 e）、再度地面効果で固液二相流が引き上げられる。なお、図 9 C の直管部 1 3 内に記載した点線部は、再度の吸込口 1 2 の水底面 2 9 に接触する際に、吸込口 1 2 が最初に水底面 2 9 に接触したときに引き上げられた濃度の濃い固液二相流の位置を示す。

さらに図 9 B に示す状態でチゼル 5 6 が矢印「」方向へ引き上げられ、図 9 A に示す上死点に戻る。

以上の、動作を繰り返すことにより、脈動流及びプラグ流が好適に発生し、非常に効率良く、固液二相流を排出できる。なお、前述した上下動サイクルを所定の定常サイクルとすることで、図 8 に示すように固液二相流の濃度の高い部分が断続的にほぼ等間隔にあらわれる。その結果、好適な脈動流及びプラグ流が発生し、好適に固液二相流を排出できる。

次にその実験結果を図 10 及び 11 に基づいて説明する。

図 10 は実験装置の概略を示す。実験装置は、主水槽 5 7 と、排出口 5 8 が主水槽 5 7 の側壁に設けられ、吸込口 1 2 が水底面に対向するように鉛直に配された直管部 1 3 とを備える排出管 1 0 と、上下動装置 3 9 と、排出された水及び土砂を溜める貯砂槽 5 9 とから成る。堆積物に相当する土砂 6 8 の堆積した水底面が水深約 3 m となるように設定した。さらに具体的には、左右約 7 m、前後約 5 m、高さ約 5 m の主水槽 5 7 を構築し、約 150 m^3 の水を貯留し、約 50 m^3 の土砂 6 8 を体積させた。

本実験の条件は、水面 2 1 から排出口 5 8 の落差である水位差 H を 1.65 m に固定し、排出管 1 0 の全長を 8 m、管径 D を 0.15 m とした。また、図 8 及び 9 で示したチゼル 5 6 を有する直管部 1 3 の上下の振幅 W を 20 cm とし、1 分間に 30 回のサイクルで上下動させた。本実験では、直管部 1 3 を、滑車 3 8 を介してワイヤ 3 7 a で吊り、直管部 1 3 等による自重で自然落下させた。上下動機構は、モータ 3 9 a で駆動するカム機構 3 9 a で構成したため、下降するスピードが上昇するスピードよりも極めて速いものとなった。

また、吸い上げられる土砂 6 8 は、50 mm の直径以下の礫を含むもので、30 mm 以下の直径の土砂を体積比で 50 % とする粒度分布のものとした。なお、直管部 1 3 の下降するスピードが上昇するスピードよりも極めて速いものとなったため、鉛直管内乱流が強く活性化された。予備実験によれば、管径の 70 % 径（短径方向）の礫をスムーズに吸い上げて排出することができた。具体的には、直径 200 mm の管径で、短径が 70 %、投影面積が 49 % の自然礫（楕円回転体状礫）が吸い上げられて排出され

た。しかし、実験条件を一定化するために、前記のように、本実験では管径の $1/3$ 径以下の礫を含む条件とした。

排出管 10 は、水面から上に出ないように水中に没した状態で上下動させた。本実験では、吸込口 12 近傍を含む直管部 13 全体を上下動するものとした。図 10 のように内管と外管の二重構造に形成したのは、ツメ及びチゼル等を好適に装着するためのもので、内管に対して外管が上下動するように設けたものではない。

その結果、吸込口 12 の上下動による脈動流とプラグ流の効果及び地面効果を好適に利用することができた。結果は、図 11 に示すように、4.8 倍程度の排出効率を得ることができた。

図 11 は、上記条件の実験装置において、プラグ流状態に脈動流を付加したときの前記固体の濃度と平均流量の関係を示す。X 軸に固液二相流の平均流量 (m^3/min) をとり、Y 軸に前記固体濃度 (%) をとってある。上記平均流量は、管径が一定に設定されているため、排出流速が比例する関係にある。

この実験では、水位差を一定に保持して実験しているため、固体濃度が上昇すると平均流量が低下することになる。図 11 上、丸点で示したのは、前記条件で吸込口 12 を上下動させて、前記脈動流を発生・付加した場合の実験値をプロットしたものであり、四角点で示したのは、吸込口 12 を静止させて、水位差のみで固液二相流を排出した場合の実験値をプロットしたものである。

この結果から、前記脈動流を付加した場合の相関関係を示す S 線と、水位差のみによる場合の相関関係を示す T 線を引いた。なお、水位差のみによる場合、流量 $2.7 \text{ m}^3/\text{min}$ のところで、固液二相流の流出が停止したため、T 線は、そのポイントで途切れている。すなわち、水位差のみによる場合は、濃度の高い固液二相流を排出できないと共に、低流量になると排出の流れ自体を維持できなくなる。

これに対して、前記脈動流を付加した場合は、極めて低い流量、例えば、 $2.25 \text{ m}^3/\text{min}$ 付近でも排出の流れを維持でき、極めて高い濃度の固液二相流を排出できた。その排出効率の差は、S 線と T 線の傾きから明

らかなように、4.5倍程度になった。また、排出の流れを維持できる範囲での最大値の比較としては、5.6倍程度になった。すなわち、脈動流の効果が極めて高いことが実証された。

なお、以上の実験例では管径が0.15mと比較的小径であったため、上下動の振幅距離を0.2mとした。しかし、振幅距離は、実際の現場では管径が大型化することや他の条件が変化するため、その条件に対応して適宜設定すれば良い。例えば管径を2倍程度とする場合は、その振幅距離も2倍程度にすればよい。

また、途中から流下方向へ水蒸気の微細粒を吹き込むと、水蒸気泡の消滅時の衝撃波が流体にエネルギーを与える。同時に乱流渦の活性化により、さらに揚力を増加させることができる。また、管内壁の共振現象により、摩擦抵抗値の軽減効果が得られる。

吸込口12は、設置される場所の条件、及び排出管10の直径にもよるが、本実施例のような巨大なダムでは、平面的には、堰堤孔部24から20m～200m位の範囲で長手方向Aに移動できるようにすればよい。吸込口12を平面的に移動させるにはクレーン台船36を移動させればよい。また、吸込口12の上下方向の位置は、クレーン37によって現場で適用できる範囲内で鉛直方向Bに移動する。例えば、本実施例では水面下3m～100m位の大きな可動範囲の中で移動させる。

堰堤孔部24と、クレーン37との連結部分との間の排出管10の高さ位置は、途中に設けたフロートで調整し、一定の下り勾配の配管とする。従って、重力を好適に利用して堆積物を含む水流を好適に排出できる。

また、本実施の排出管10は、前述したように、堰堤孔部24で長手方向に進退自在に移動できる。従って、排出管10の固定部である堰堤孔部24と、排出管10を上下動させるクレーン37に吊られた部分との間の管路長の変化は、排出管10の固定部と吐出口18との間の長さ変化で対応させることができる。クレーン37により、排出管10の位置を堆積物22を吸い込む最適の位置に容易に移動できるようにする。

なお、排出管10の総延長は、管路抵抗が許容されるような長さ、例えば、本実施例のようなダム湖にあっては、200mを標準とする。

さらに、排出管 10 を長くする場合は、二重管構造とし、内管側をスライドさせて長さを調整してもよい。

また、上記のスライドされる内管を備える排出管 10 としては、図 4 に示すように、外管 10 a を内管 10 b の 2 倍程度の径として水のみを流下させてもよい。この場合、合流部より下の固液二相流濃度を下げ、流出し易くすることができる。すなわち、矢印で示すように外管 10 a 内と内管 10 b 内を通過する流れを合流させると、内管の水が吸引され、流送力が強化される。

この際、例えば、二重管部で外管 10 a 内を通過する水量を内管 10 b の約 3 倍以上とするか、外管 10 a 内の流速を内管流速 + 2.0 m/s 以上となるように設定することで、合流部で好適な吸引力を得ることができる。また、合流後の固体濃度は $1/4$ 以下に希釈され、下流の生態系への影響軽減に役立つ。

なお、外管 10 a の流速が 3.0 m/s 程度以上になれば、乱流の渦の作用により、内管 10 b が外管 10 a 中央に保持され、内管 10 b の移動が容易となる。

また、図 4 に示した実施例で、排出管 10 内に水を流さない場合は、二点鎖線で示すように、外管 10 a の上流側の開口を作業水位 21 の水面上に出せばよい。

また、前述したように、クレーン台船 36 の上下動機構 39 によって、吸込口 12 または二重構造の外管を鉛直方向 C に上下動させ、水底面 29 に対して接離動させる。その結果、脈動するプラグ流状態の吸込流を好適に得ることができ、吸込力をより向上させ、非常に効率良く堆積物を排出できる。クレーン 37 を利用すれば、複雑な機構を要しないでよいが、前述したように、専ら上下動のみを発生させる機構を設けてもよい。

固液二相流の流下を中断又は終了するときは、排出管 10 の曲部を水上に出し、空気弁 40 より空気を注入してサイフォン作用を中断する。

ところで、吸込口 12 には、排出管 10 の内径の 70 % (短径方向) 以下の大きさの固体しか流入しない突起状ツメや、格子を設け、管路途中での詰まりを防止してもよい。吸込口 12 のツメ 12 a (図 9 参照) 等は、

水底面をかき乱し、乱流を発生するためにも好適に作用する。

また、排出管 10 の磨耗部が偏らないように、排出管 10 は、回転可能なジョイント部を有する構造にしてもよい。また、排出管 10 は、流れが偏らないようにフレキシブルな構造にするため、ゴム製等のジョイントを設けてもよい。この場合、金属製の排出管 10 を使用すれば堆積物による磨耗を抑制可能である。

以上の実施例では、巨大なダムに利用した場合を示したが、小規模のダム、池、天然の湖沼を含む全ての貯水場所にも、好適に利用できるのは勿論である。

また、直管部 13 を上下動させて吸込口 12 を水底面について接離させることによる脈動流、プラグ流及び地面効果は、排出管 10 の位置に関係が無い。従って、排出管 10 が作業水位 21 よりも高い位置、例えば、ダム湖等の堰堤の上方を通る場合でも固液二相流を効率良く排出できる。

以上、本発明につき好適な実施例を挙げて種々説明してきたが、本発明はこの実施例に限定されるものではなく、発明の精神を逸脱しない範囲内で多くの改変を施し得るのは勿論のことである。

請求の範囲

1. 堆積物（22）が堆積した貯水場所の水底面（29）に対向して開口された吸込口（12）と、

該吸込口（12）から上方へ延びる直管部（13）と、該直管部（13）と連通すると共に、前記貯水場所の下流側に開口された排出口（18）とを有し、

前記貯水場所から前記下流側へ水流と共に前記堆積物（22）を排出させる排出管（10）を設け、

前記排出管（10）の前記貯水場所内に位置する本管部（14）全体を、水没させた状態で吊持可能であると共に、前記吸込口（12）を上下動させる上下動機構（39）を備えるクレーン装置（36）を設け、

前記排出管（10）に、開閉動作により該排出管（10）への空気の導入、排出を制御する空気弁（40）を設け、

前記排出管（10）は、前記堆積物（22）を排出する際に前記貯水場所の水位（21）より低い位置を通るよう前記貯水場所の堰堤（25）を貫通するように設けられていることを特徴とする堆積物排出システム。

2. 前記上下動機構（39）に、前記吸込口（12）の上下動サイクルの調節を行うサイクル調整手段（39a）を設けたことを特徴とする請求項1記載の堆積物排出システム。

3. 前記吸込口（12）の近傍に、一端部が軸着され、他端部が上下に回動可能なアーム部材（54）と、

該アーム部材（54）の中途部に軸着され、上下方向の姿勢が維持されると共に、該アーム部材（54）に対して回動可能な支点部材（55）と、

前記アーム部材（54）の前記他端部に軸着され、水中で上下方向の姿勢が維持されると共に、前記上下動機構（39）へ連結され、該アーム部材（54）に対して回動させることにより、先端が前記堆積物（22）を擾乱可能なチゼルとを具備する特徴とする請求項1又は2記載の堆積物排

出システム。

4. 前記排出管（10）の前記本管部（14）は、中途部で水平面内で屈折可能に設けられていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の堆積物排出システム。

5. 前記排出管（10）は、前記堰堤（25）に開口された堰堤孔部（24）に挿通されると共に、該堰堤孔部（24）内を長手方向に移動可能であり、

前記堰堤孔部（24）の近傍には前記排出管の移動を滑らかに受ける受け部材（42）が設けられていることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の堆積物排出システム。

6. 前記堰堤孔部（25）と前記排出管（10）との間は、空気が注入されることによって圧接されるエアバック状のシール部材によって水密にシールされていることを特徴とする請求項1、2、3、4又は5記載の堆積物排出システム。

7. 堆積物（22）が堆積した貯水場所の水底面（29）に対向して開口された吸込口（12）、

該吸込口（12）から上方へ延びる直管部（13）、該直管部（13）と連通すると共に、前記貯水場所の下流側に開口された排出口（18）を有し、

前記貯水場所から前記下流側へ水流と共に前記堆積物（22）を排出させる排出管（10）と、

前記排出管（10）の前記貯水場所内に位置する本管部（14）全体を、水没させた状態で吊持可能であると共に、前記吸込口（12）を上下動させる上下動機構（39）を備えるクレーン装置（36）と、

前記排出管（10）に、開閉動作により該排出管（10）への空気の導入、排出を制御する空気弁（40）とを具備し、

前記排出管（１０）は、前記堆積物（２２）を排出する際に前記貯水場所の水位（２１）より低い位置を通るよう前記貯水場所の堰堤（２５）を貫通する堆積物排出システムを設け、

前記昇降装置（３９）によって、前記吸込口（１２）を所定サイクルで上下動させて、脈動する吸込流である脈動流を発生させ、

前記吸引口（１２）を前記底面（２９）に対して前記所定サイクルで接離させて、粒状物等の固体が高い濃度で混合された流れと低い濃度で混合された流れとを、交互に発生させるプラグ流を得ることを特徴とする堆積物排出方法。

８．前記吸込口（１２）の下降運動は、自由落下によることを特徴とする請求項７記載の堆積物排出方法。

９．堆積物（２２）が堆積した貯水場所の水底面（２９）に対向して開口された吸込口（１２）、

該吸込口（１２）から上方へ延びる直管部（１３）、該直管部（１３）と連通すると共に、前記貯水場所の下流側に開口された排出口（１８）を有し、

前記貯水場所から前記下流側へ水流と共に前記堆積物（２２）を排出させる排出管（１０）と、

前記排出管（１０）の前記貯水場所内に位置する本管部（１４）全体を、水没させた状態で吊持可能であると共に、前記吸込口（１２）を上下動させる上下動機構（３９）を備えるクレーン装置（３６）と、

前記排出管（１０）に、開閉動作により該排出管（１０）への空気の導入、排出を制御する空気弁（４０）とを具備し、

前記排出管（１０）は、前記堆積物（２２）を排出する際に前記貯水場所の水位（２１）より低い位置を通るよう前記貯水場所の堰堤（２５）を貫通する堆積物排出システムを設け、

前記クレーン装置（３６）によって、前記本管部（１４）と前記直管部（１３）との連結部分が、前記排出管（１０）の前記堰堤孔部（２４）挿

通部分よりも高くなるように吊持し、土砂が排出管（１０）内に堆積しないように本管部（１０）を傾斜させること特徴とする堆積物排出方法。

10. 堆積物（２２）が堆積した貯水場所の水底面（２９）に対向して開口された吸込口（１２）、

該吸込口（１２）から上方へ延びる直管部（１３）、

該直管部（１３）と連通すると共に、前記貯水場所の下流側に開口された排出口（１８）を有し、

前記貯水場所から前記下流側へ水流と共に前記堆積物（２２）を排出させる排出管（１０）と、

前記排出管（１０）の前記貯水場所内に位置する本管部（１４）全体を、水没させた状態で吊持可能であると共に、前記吸込口（１２）を上下動させる上下動機構（３９）を備えるクレーン装置（３６）と、

前記排出管（１０）に、開閉動作により該排出管（１０）への空気の導入、排出を制御する空気弁（４０）とを具備し、

前記排出管（１０）は、前記堆積物（２２）を排出する際に前記貯水場所の水位（２１）より低い位置を通るよう前記貯水場所の堰堤（２５）を貫通する堆積物排出システムを設け、

前記クレーン装置（３６）によって、前記本管部（１４）と前記直管部（１３）との連結部分を前記水位（２１）よりも下方へ水没させた状態に吊持し、

前記空気弁（４０）を開閉することで、前記排出管（１０）から空気を抜いてサイフォン効果を得ることを特徴とする堆積物排出方法。